九州大学学術情報リポジトリ Kyushu University Institutional Repository

走行車輪下の土の変形

上野,正実 琉球大学農学部生物生産学科・生産システム工学講座

橋口, 公一 九州大学農学部生物生産数理学講座

鹿内, 健志 琉球大学農学部生物生産学科・生産システム工学講座

後藤, 春樹 酒井重工業株式会社·技術研究所

他

https://doi.org/10.15017/23538

出版情報:九州大學農學部學藝雜誌. 49 (1/2), pp.109-118, 1994-11. 九州大學農學部 バージョン: 権利関係: 九大農学芸誌 (Sci. Bull. Fac. Agr., Kyushu Univ.) 第 49 巻 第 1・2 号 109-118 (1994)

> 走行車輪下の土の変形 志1) 実¹⁾・橋 TE 内 健 E. 野 公 • 鹿 後 藤 春 樹²⁾ • 能 勢 行 則²⁾ • 岡 安 崇 史1) 九州大学農学部生物生産数理学講座 (1994年8月20日受理)

Soil Deformation beneath a Traveling Wheel

Masami UENO, Kouichi HASHIGUCHI, Takeshi SHIKANAI, Haruki GOTOU, Yukinori NOHSE and Takashi OKAYASU Laboratory of Mechanics for Bio-production, Faculty of Agriculture, Kyushu University, Fukuoka 812

緒 言

車輪の走行性は土(地盤)の変形と密接な関係があ る.すなわち,土の変形はけん引力の発生に寄与する とともに,走行抵抗の原因ともなる.このため,接地 荷重と沈下量の関係を表した Bekker の実験式に基づ いて,走行抵抗を算出する方法,さらには,土のせん 断変形特性から車輪の推進力を求め,これに走行抵抗 を加えてけん引力を推定する方法などが提案されてい る(Bekker, 1960).また,有限要素法においても地盤 の変形を求め,それよりけん引力,接地応力などを算 出する手法が用いられている(例えば,Jarzebowski et al., 1993).

しかるに, 沈下は鉛直方向にのみ注目した変形の一 形態であり, これから走行性を予測する方法は簡便で はあるが, 十分とは言えない. さらに, 土の変形を扱っ た研究はいくつかあるが (Windisch and Yong, 1970; Wong, 1967), ひずみを定量的に求めていない ので, 数値解析結果の妥当性を検証する有効な方法に はなりえないのが実状である. したがって, 沈下だけ でなく, 車輪近傍の地盤の変形を定量的かつ詳細に求 め, 走行性との関係を検討するとともに, 数値解析結 果の検証に供する必要がある (上野ほか, 1993). このために,著者らは精密土槽実験装置(Hashiguchi et al., 1993, Nohse et al., 1991)と組み合わせた 車輪下の土の変形解析システムを開発し,前報におい て報告した(上野ほか, 1993).本研究では,浅い密詰 めの砂地盤において,高いすべり率(41%)の場合に ついてゴム皮膜車輪の走行実験を行い,このシステム を用いて土の変形解析を行った.車輪の回転に伴う地 盤の変形とその経時変化を詳細に検討し,それらの特 徴を把握した.けん引力が最大となる前後のひずみの 分布パターンを比較し,大きな違いがあることを示し た.これらに基づいて,初期沈下状態と回転状態にお けるひずみの分布パターンを模式的に表現した.

方 法

車輪下の土の変形を検出するために、ポリエステル 製のマーカを土槽内壁に一定間隔に貼りつけた後に、 豊浦標準砂を 60mm の厚さに充填した.これらのマー カを、土槽側面のアクリル板を通して写真撮影し、座 標読取装置で座標値を求めた.まず無変形の基準状態 でマーカを撮影し、次に車輪を非回転状態で沈下させ た初期沈下後の状態を撮影した.その後、車輪を周速 度 5mm/min,すべり率41%で回転させ,所定の回転角 度毎に一連の写真撮影を行った.この走行実験は、車 輪両端面と土槽側壁との隙間をほとんどなくした平面 ひずみ (2 次元) 状態で行った.土槽実験装置および 変形解析システムの詳細は前報で述べたのでここでは 省略する (上野ほか、1993、1994).

¹⁾ 琉球大学農学部生物生産学科・生産システム工学 講座

²⁾ 酒井重工業株式会社·技術研究所

図1にマーカを撮影した写真から座標を読み取り, ひずみを算出するまでのフローチャートを示す.本研 究では,回転角10度までは0.5度間隔,それ以上では1.0 度間隔で写真を撮影した.その座標値と基準状態の座 標値との差からマーカ(節点)の変位を求め,これに 有限要素法の手法を用いてひずみを算出した.これを 全ての要素について実行し,地盤のひずみの分布状態 を求めた.ここでは車輪回転角19度までを解析した. 変形状態は,変位ベクトル図の他に,水平方向および 鉛直方向の垂直ひずみ,せん断ひずみおよび体積ひず みの等値線図,さらに,主ひずみの分布図で表した.

結果と考察

1. 車輪の回転とけん引性能

図2に、車輪回転角20度までのけん引力、車軸トル ク、沈下量、接地(車軸)荷重、および、接地応力の 変化を示す.けん引力は回転角2.5度付近で最大値をと り、その後、それよりやや低い値で落ち着いている。 車軸トルクもほぼ同様の傾向で推移している。沈下量 は回転角10度付近まで急激に増加し、その後やや緩や かに増加している。接地荷重はほぼ一定に保たれてい る。

2. 変位ベクトル

(1) 初期沈下状態

図3に初期沈下時の変位ベクトル図を示す.これは 基準状態に対する初期沈下後の節点の変位をベクトル 表示したもので,線分の長さと向きで変位の大きさと



図1 変形解析のフローチャート

向きを知ることができる、変位ベクトルの大きさは拡 大してある。同図の円弧は車輪の一部で,初期沈下時 および各回転角における車輪をそれぞれ破線および実 線で表した。車輪は左方へ進行する、車輪と交わって いる水平線は地表面で,写真より地表面形状を読み 取って表示した。また,土層内の枠はマーカを貼った 領域を示している。車輪位置,進行方向,地表面およ びこの枠は以下の図においても同じである。

この図より,地盤は車軸中心線に対して斜め下方に 広がるように,ほぼ左右対称に変形することがわかる. 変位量は車輪直下が大きく,周辺は小さくなっている. また,車軸中心線より離れるほど変位ベクトルの鉛直 方向に対する傾きは大きくなる.この時の沈下量(初 期沈下量)は0.6mmであった.

(2) 回転開始直後

図4に回転開始直後の回転角0.5度および1.5度にお ける変位ベクトル図を示す。車輪が回転し始めると対 称性が崩れ、車輪後方では水平に近い状態までベクト ルが傾き、また、車輪前方の変位ベクトルに比べて大 きくなる様子がわかる。節点(マーカ)の第1層すな わち最上層においては、車輪直下の両側に水平より上



図2 車輪走行実験の結果(すべり率41%)



図3 初期沈下状態における変位ベクトルの分布

向きのベクトルもみられ、車輪に沿って土粒子が上昇 することがわかる.1.5度になるとこの傾向はより顕著 になり、車軸直下点より斜め後方に向けて土粒子が移 動する状態が読み取れる。この時、沈下量は0.8mm, 1.0mm、けん引力は10.7N、45.1N と変化した。

(3) 最大けん引力発生時およびその後

図5に最大けん引力が発生した回転角2.5度,およ び,その直後の3.0度における変位ベクトルの分布を示 す.最大けん引力は71.2Nで,その後0.5度回転する間 に65.6Nまで低下している.この間に変位ベクトルの 分布にかなりの変化が表れている.回転角2.5度では車 輪後方の変位が増大して斜め上向きとなるが,全体的 には1.5度の場合とほとんど同じである.これが3.0度 になると車輪後方の変位量が急激に大きくなり,この 部分のベクトルは斜め上向きのものが増える.すなわ ち,最大けん引力発生前の変形はそれほど大きくない が,発生直後より急激に増大し,けん引力は低下する 傾向がみられる.

さらに車輪回転が進むと、車輪後方の斜め上向きの ベクトルは急速に増大した。回転角4.5度もしくは5.0 度でこの傾向が顕著となり、車輪後方に土の盛り上が り部が形成された。また、大きな変位ベクトルは車軸



(a) 回転角0.5度



(b) 回転角1.5度

図4 回転開始直後の変位ベクトルの分布

直下から後方にかけた比較的浅い層に集中しており, 変形が局所化することがわかった.車輪表面付近の第 1層の変位ベクトルが,斜め前向きから斜め後向きへ と変化する位置,あるいは車輪の法線方向を向く位置 は,車軸中心線よりやや前方である.なお,車輪前方 には変形の小さい領域が存在している.

3. ひずみの分布

次に,このような変形状態を詳細にみるために等値 線によるひずみ分布で検討した.

(1) 水平方向の垂直ひずみ (ε_x)

図6に初期沈下状態,最大けん引力発生時(回転角 2.5度)およびその直後(回転角3.0度)における水平 方向の垂直ひずみ(以下, ϵ_x と表示する)の分布を示 す.同図はひずみの分布を等値線で表したもので,実 線は正のひずみ,破線は負のひずみを表す。等値線は, 要素のひずみを平均化操作により節点ひずみに変換し, 節点間において線形補間法を用いて描いた。

回転角によって範囲は異なるが、いずれの分布図に おいても車輪直下に正の領域、その両側に負の領域が 広がっている.車輪直下は車輪の重量によって鉛直方 向に圧縮されるので、水平方向に伸びる、すなわち、



(a) 発生時(回転角2.5度)



図5 最大けん引力発生前後の変位ベクトルの分布

正のひずみとなる.その両側では水平方向に圧縮され るので ε_x は負となる.初期沈下状態で左右の対称性 がやや悪いのは、沈下時のわずかな回転の影響、マー カ座標の読み取り誤差の影響、さらに、ひずみの計算 に用いた三角形要素の特性、等値線の算出過程からく る誤差なども影響しているものと思われる.

回転が進むと、車輪直下の正の領域は次第に斜め後 方に傾き、ひずみの値は大きくなる.また、等値線間 隔は狭くなる傾向がみられ、ひずみの勾配が急になる ことを示している.最大けん引力発生後はこの傾向が 明瞭になり、車輪直下付近の正の領域は拡大し、等値 線間隔はさらに狭くなった.また、車輪後方の負の領 域が鮮明になり、ひずみの値は大きくなる.この後、 回転がさらに進んでも、車輪後方の正負の境界すなわ ち $\epsilon_x=0$ の等値線の位置はほとんど動かないことが わかった.車輪が前進するに伴って正の領域も拡大す る.車軸中心線後方の $\epsilon_x=0.024$ の等値線は、ほぼ一定



(a) 初期沈下時



(b) 最大けん引力発生時(回転角2.5度)



図6 水平方向の垂直ひずみの分布

の深さに固定されている.

(2) 鉛直方向の垂直ひずみ (ε_y)

図7に初期沈下状態,最大けん引力発生時(回転角 2.5度)およびその直後(回転角3.0度)における鉛直 方向の垂直ひずみ(ε_y と表示)の分布を示す. ε_y は ε_x とは逆に,車輪直下に負の領域,その両側に正の領域 が広がっている.車輪直下では鉛直方向に圧縮される ので ε_y は負になる.前述のように,この領域は車輪の 重量によって水平方向に伸び,その両側は圧縮される ので水平方向に縮み,鉛直方向に伸びる傾向があり, ε_y は正の値となる. ε_y についても初期沈下時の対称性 はあまり良くない.

回転に伴って車輪直下の負の領域は斜め後方に偏り, 最大けん引力発生直前よりその傾向がはっきりしてく る.車輪直下の圧縮領域では,車輪表面付近よりもや や深い位置に大きな圧縮領域が発生している.最大け ん引力発生直後より,車輪後方の正の領域は拡大する



(a) 初期沈下時



(b) 最大けん引力発生時(回転角2.5度)



⁽c) 最大けん引力発生直後(回転角3.0度)

図7 鉛直方向の垂直ひずみの分布

とともに、ひずみ値は大きくなった。この後の回転に おいて、車軸中心線やや後方の $\varepsilon_y=0$ の等値線はわず かずつ前進し、その前方の負の領域は車輪直下に付着 する形で前に移動している。車輪後方において、一旦 圧縮された部分は車輪が離れるに伴って伸張側に変化 する傾向がみられる.すなわち、 $\varepsilon_x=0$ の等値線は回転 角20度以内ではほとんど固定、あるいは、移動は明確 でなかったのに対して、 $\varepsilon_y=0$ の等値線はわずかなが ら前進する点が異なる。また、車輪直下の圧縮領域は 回転初期に比べて広くなっている。

(3) せん断ひずみ (ε_{xy})

図8は初期沈下状態,最大けん引力発生時(回転角 2.5度)およびその直後(回転角3.0度)におけるせん 断ひずみ(εxyと表示する)の分布を示したものであ る.初期沈下時では,車軸中心線に対して右側(この 場合には後方に対応)に正の領域,左側(前方に対応) に負の領域が分布している.これは沈下する車輪表面



(a) 初期沈下時



(b) 最大けん引力発生時(回転角2.5度)



⁽c) 最大けん引力発生直後(回転角3.0度)

に沿って土粒子が上昇するために発生する現象である. この土粒子の移動は、車軸中心線の右側では右上がり、 左側では左上がりとなり、せん断ひずみの定義に基づ いて符号が定まる.なお、ひずみの正負は車輪をみる 位置と進行方向で決まるので注意が必要である.ここ でも対称性はやや悪く、車軸中心線より右側に $\epsilon_{xy}=0$ の等値線が偏っている.また、後方では正の領域の外 側にその逆の負の領域、また、前方では負の領域の外 側に正の領域が発生することを見いだした.

車輪の回転に伴って、 $\varepsilon_{xy}=0$ の等値線は車軸中心線 のやや前方より斜め後方に延び、対称性は崩れる.最 大けん引力が発生する頃にはこの分布パターンが明瞭 になった.最大けん引力発生直後には正のひずみ値が 大きくなり、その領域は拡大する.例えば、 $\varepsilon_{xy}=0.024$ の等値線の分布領域は急激に広くなっている.最大け ん引力発生前にはこの領域の変化は小さい.上述のよ うに、第1層目には、正負の領域が交互に表れており、 地表面にシワが発生することがわかる.これは車輪前 方の負の領域では左上がりに変形するので、その前の 部分では右上がりの変形が促されるためである.同じ ように車輪後方に正の領域があり、その後ろに負の領 域が表れることも説明できる(図9参照).車輪後方の シワ(盛り上がり部)は明瞭にわかるが、前方のそれ は肉眼ではほとんどわからない程度のものである.

車輪がさらに回転すると $\varepsilon_{xy}=0$ の等値線は車軸中 心線より前方に移動する.車輪回転角19.0度における 分布図を図10に示す.正の領域は車軸中心線よりかな り前から車輪後方へ向けて広がっている.ここでも, 大きなひずみは 30mm 程度の浅い範囲に集中してい る.また,車輪直下の下層には負のひずみ領域が残留 することがわかった.

(4)体積ひずみ(ε_v)

図11に初期沈下状態,最大けん引力発生時(回転角 2.5度)およびその直後(回転角3.0度)における体積 ひずみ(ε_v と表示する)の分布を示す.体積ひずみは 平面ひずみ状態では水平および鉛直方向の垂直ひずみ ε_x および ε_y の和で与えられる.

初期沈下状態では分布の特徴はあまりはっきりしな いが,車軸中心線の左右に値の小さい正すなわち膨張 領域が存在する.この部分では ϵ_x , ϵ_y は正の値をとっ ている.また,車輪直下では ϵ_x は正, ϵ_y は負である が, ϵ_y の値が相対的に小さいために ϵ_y はせロに近い 正の値をとっている.これは土層が密詰めの状態であ るために膨張側へ変形したものと思われる.回転に伴 い,車輪直下付近は正の領域となり,その前方に負の

図8 せん断ひずみの分布



図9 せん断ひずみの発生メカニズム



図10 車輪回転角19.0度におけるせん断ひずみの分布

領域が表れた。すなわち、車輪直下前方には体積収縮 した硬い領域が形成される。 ε_v が負となる領域は車輪 前方の下層にも発生している。また車輪後方の下層に も圧縮領域がみられる。

最大けん引力発生直後は、車輪直下の正の領域が大 きく拡大し、また、車輪前方の浅い層の負の領域が消 失している。さらに車輪の回転が進むと、車輪直下か ら後方にかけて正の領域が大きく広がり、体積膨張が 顕著になる。この正の領域は車軸中心線よりかなり前 方まで及び、その前に圧縮領域が発生している。なお、 車輪下の顕著な膨張領域は比較的浅い範囲にとどまり、 その下層にはわずかながら圧縮領域が残っている.

(5)回転に伴うひずみの分布パターン

以上の結果を整理して, 車輪回転に伴うひずみ分布 のパターンを模式的に図12に示す。上述のように、初 期沈下状態ではいずれのひずみも左右対称な分布と なった. εx は車輪直下に正の領域, その両側に負の領 域が表れる. ε, は車輪直下に負の領域, その両側に正 の領域が表れる。Exy は車軸中心線の右側で正, 左側で 負となる。εvは車輪直下両側に正の領域が表れる。こ れらの分布パターンは車輪の回転に伴って大きく変化 した. 車輪直下における ε_x の正の領域は, 前方側は車 輪に付随して前に移動するが、後方の $\epsilon_x=0$ の境界線 はほとんど動かない. ε_yは車輪後方に正の領域が広が り,前方に負の領域が表れる。正負の境界線は車輪と ともに前方に移動する.また、 ϵ_{xy} では車輪直下の正負 の境界線が前方に移動した. ευは車輪直下やや前方か ら後方の領域において正の領域が広がり、その前方に 負の領域が表れる. 車輪後方ではひずみが残留するの で、回転が進むと著しく非対称な分布パターンとなる.



(a) 初期沈下時



(b) 最大けん引力発生時(回転角2.5度)



(c) 最大けん引力発生直後(回転角3.0度)

図11 体積ひずみの分布

(6) 主ひずみの分布

図13に初期沈下状態,最大けん引力発生時(回転角 2.5度)およびその直後(回転角3.0度)における主ひ ずみの分布を示す. 直交する2つの線分の長さで主ひ ずみの大きさを,線分の向きで主方向を表した. 圧縮 (負)ひずみを実線で,伸長(正)ひずみを破線で表 示してある.

初期沈下状態では分布パターンは全体的に不明瞭で、 車軸中心線に対して斜め下向きに広がる傾向がわずか に認められる.最大けん引力発生時には車輪直下後方 部に斜め下向きの圧縮ひずみが分布し、これと直交す る斜め上方向に伸長することがわかる.最大けん引力 発生直後には車軸直下から後方にかけてひずみが著し く増大している.その後、車輪直下より後方の比較的 浅い層(30mm 程度)に変形の大きい領域が集中する 分布パターンとなる.さらに、この領域では主ひずみ の方向が大きく回転している.

3. ひずみの経時変化

図14に車輪に対して前方,直下,後方に位置する第 1層の要素のひずみの経時変化を示す。回転角0度に おけるひずみは初期沈下によるものである。このひず みは車輪直下付近の要素が最も大きく,ここでは, ϵ_y は負、 ϵ_x は正となっている。

車輪直下の要素では、最大けん引力が発生する回転 角2.5度付近までは、初期沈下時とほとんど同じ大きさ のひずみで推移しているが、3.0度付近よりいずれも大 きくなる様子がわかる.これはひずみ分布の変化で説 明したことを1個の要素についてみたものである. ϵ_{xy} は正の値をとり、回転角3.0度付近より直線的に増加し ている. ϵ_y は次第に負の方向に増加するが、7.5度より 減少して、16.5度でゼロとなり、その後は正に転じて いる。回転に伴ってこの要素が車輪後方へ位置するよ うになると、一旦圧縮されていたものが伸長側に移り 変わる状態を表している. ϵ_x は8.5度まで正の方向に 増加し、その後はほぽ一定の値で推移している。

車輪前方の要素では、回転開始後、 ϵ_{xy} はしばらく小 さい負の値をとり、次第に正に転じ、回転角8.0度付近 より増加し、12.0度付近から急速に増大している. ϵ_x は9.0度付近からわずかに減少している. ϵ_y は初期沈 下時には正の値をとり、回転に伴って負側に転じ、回 転角6.0度から12.0度の間でかなり変化しているが、そ の後はほぼ一定で推移している. ϵ_y は回転角9.0度付 近で正から負側へ変わっている.

車輪後方の要素では、 ϵ_{xy} は回転角3.0度付近よりほ ぼ直線的に増加している。同様の傾向は ϵ_{y} 、 ϵ_{v} におい ても見られる。 ϵ_{v} は回転初期にはわずかに負となる が、回転角4.0度付近より正の値となった。 ϵ_{x} は回転角 6.0度付近で、正の値が増加した後に次第に小さくなり 負側へ移っている。ただし、この過程における ϵ_{x} の変 化はわずかであった。

約

本研究では、浅い密詰めの砂地盤において車輪が高 いすべり率41%で走行する時の土の変形状態およびそ の経時変化を解析し、次の結果を得た。

要

(a)最大けん引力が発生する前の変形は小さいが, 発生直後より急激に増大し,けん引力は小さくなるこ とがわかった。

(b)最大けん引力発生後,車輪回転が進むに伴って, 車輪後方において斜め上向きの変形が顕著となり,車 輪後方に土の盛り上がり部が形成された.

(c) 大きな変位ベクトルは車軸直下から後方にかけ



図12 車輪回転に伴うひずみの分布パターン

た比較的浅い層に集中しており,変形は局所化するこ とがわかった.

(d) 車輪回転に伴うひずみ分布のパターンを模式的 に示した。初期沈下ではいずれのひずみも左右対称な 分布となり,回転に伴って次第に変化する。車輪後方 ではひずみが残留するので,回転が進むと著しく非対 称な分布パターンとなる。

(e)最大けん引力発生時の回転角2.5度およびその 直後の3.0度において,ひずみの分布パターンは大きく 変化した。車輪直下から後方においてひずみは急増し, ひずみの大きな領域は拡大する。

(f) せん断ひずみは, 車輪直下やや前から後方にか けて正の領域が発生し, その後ろに負の領域, 車輪直 下前方には負の領域, さらにその前方には正の領域と, 正負の領域が交互に表れることがわかった.

(8) 車輪の回転が進むと,車輪直下から後方にかけ て体積ひずみの正の領域が大きく広がり,体積膨張が 顕著になる.この正の領域は車軸中心線よりかなり前 方まで及び,その前に圧縮領域が発生している.なお, 車輪下の顕著な膨張領域は比較的浅い範囲にとどまっ ている.

(h)最大けん引力発生直後には車輪直下から後方にかけて主ひずみの値は著しく増大し、車輪の回転が進んでも車輪直下から後方にかけた比較的浅い層(30mm程度)に大きな主ひずみが集中する分布パターンとなった。

(i) 車輪直下,前方および後方の要素におけるひず みの経時変化を示した.

ここではすべり率41%の一例について,走行車輪下 の土の変形の特徴を示した。今後,他のすべり率につ いても解析を行い,データの蓄積を図りながら,けん 引力と土の変形との関係を解明する予定である。

文 献

Bekker, M. G. 1960 *Off-the-road locomotion*. Univ. Michigan Press, Michigan (USA)



(a) 初期沈下時



(b) 最大けん引力発生時(回転角2.5度)



(c) 最大けん引力発生直後(回転角3.0度)



- Hashiguchi, K., Y. Nohse, M. Ueno, K. Sumiyoshi, K. Uchiyama and T. Yoshimaru 1993 Traveling performance of a wheel on a finite thickness ground. *Proc. ISTVS*, Vol. I: 332-339
- Jarzebowski, A., K. Uchiyama, K. Hashiguchi, M. Ueno and Y. Nohse 1993 Numerical analysis of soil-wheel interaction. *Proc. ISTVS*, Vol. I: 340-349
- Nohse, Y., K. Hashiguchi, M. Ueno, T. Shikanai and F. Koyama 1991 A measurement of basic mechanical quentities. J. Terramechanics, 28(4): 358-370
- 上野正実・橋口公一・泉 裕巳・後藤春樹・能勢行則 ・鹿内健志 1993 走行車輪下の土の変形解析シ ステムの開発,九大農学芸誌,48(1・2):103-110
- 上野正実・橋口公一・泉 裕巳・後藤春樹・能勢行則 ・鹿内健志 1994 ゴム皮膜車輪の走行性に関す る研究,九大農学芸誌,48(3・4):263-272
- Windisch, E. J. and R. N. Yong 1970 The Determination of soil strain-rate behaviour beneath a moving wheel. J. Terramechanics, 7(1): 57 -67
- Wong, J. 1967 Behaviour of soil beneath rigid wheels. J. Agr. Engng. Res., 12(4): 257-269



図14 車輪近傍要素におけるひずみの経時変化

Summary

The traveling performance of a wheel depends on a deformation of soils beneath a wheel. In this paper, the deformation and its change accompanied with a rotation of the wheel are analyzed in case of the high slip (41%) on a ground of sand. The magnitude of soil deformation increased remarkably at immediately after the appearance of the maximum drawbar pull. Large displacement vectors concentrated in the zone beneath the wheel and in the rear of it. Typical distribution patterns of normal strains, a shear strain and a volumetric strain are illustrated by schematic graphs. The isobar of the null shear strain started from the slightly front position of the vertical center line of the wheel axle and inclined to backward when the wheel ratated. The zone of positive and negative tangential strain spread in the rear and the front, respectively, of the center line. There were remarkable differences of these distribution patterns before and after the appearance of the maximum drawbar pull.